J. Fd Hyg. Safety 19(1), 25–30 (2004)

숙주나물과 콩나물에 대한 부패성 미생물의 증식 양상 비교

유미지 · 김용석* · 신동화†

*전북대학교 응용생물공학부(식품공학 전공), *전북대학교 바이오식품 소재개발 및 산업화 연구 센터*

Comparative Study on Growth of Spoilage Microorganisms in Mungbean and Soybean Sprout

Mi-Ji Yoo, Yong-Suk Kim* and Dong-Hwa Shin†

Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University, Dukjin-Dong, Jeonju, Chonbuk 561-756, Korea

**Research Center for Industrial Development of BioFood Materials, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea*

ABSTRACT – This study was conducted to investigate effect of mungbean sprout and soybean sprout against the growth of spoilage microorganism (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Listeria monocytogenes*). After blanching at different conditions, the viable cells of the spoilage microorganisms were increased with storage time, but the viable cells were almost same after treating with either mungbean sprout or soybean sprout. The viable cell population in minimal broth treated with filtrate of mungbean sprout was higher than that of soybean sprout after 24 hr. However, the growth of spoilage microorganism in filtrate of mungbean sprout and soybean sprout was depending upon strain type. During incubation for 72 hr at 25°C, the color change of mungbean sprout was appeared moderately, but in soybean sprout it was appeared clearly at 24 hr. These results indicate that the effect of mungbean sprout and soybean sprout against growth of spoilage microorganism was not different.

Key words: mungbean sprout, soybean sprout, minimal broth, filtrate, spoilage microorganism

콩나물은 고려시대 이전부터 고유의 전통식품으로 널리 이용되어 왔으며,[1] 생육기간이 짧고 재배가 쉬워 계절과 장소에 관계없이 단시간에 쉽게 재배할 수 있고 가격도 저렴하여 경제적이며, 단백질, 비타민 및 무기질의 급원으로써 영양적으로 우수한 대중적인 전통식품이라고 할 수 있다.[2,3] 콩나물은 콩이 발아되면서 비타민 C를 비롯한 여러 가지 비타민과 섬유소의 함량이 증가되고,[4-7] 아미노산 및 질소화합물,[8-10] 탄수화물의 함량이 크게 변화 한다.[11]

녹두는 3,000여 년 전 인도에서 야생종을 재배한 후 1200~1400년 경에 한국, 중국, 일본 등지로 전파되었다. 녹두의 영양적 특징은 지방질이 적고, 탄수화물이 많으며 필수아미노산 중 leucine, lysine, valine은 풍부하나 동물성 재료에 주로 많이 들어 있는 methionine, tryptophane, cystine은 적게 들어 있고, 지방의 양은 적지만 주로 불포화지방산으로 되어 있다.[12] 녹두는 청포, 빈대떡, 떡고물, 녹두죽, 숙주나물 등으로 이용되고 있는데, 이 중 숙주나물은 녹두를 발아시켜 콩나물처럼 재배한 것으로 콩나물보다 씹히는 맛이 부드럽고 고급스러우며, 비타민이 풍부하고 칼로리가 낮아 다이어트에도 좋은 식품이고, 콩나물과 더불어 일반 식생활의 주 · 부식 재료로서의 수요량이 많을뿐더러 계절과 장소를 가리지 않고 간이하게 배양할 수 있는 채소의 일종이다.[13]

지금까지의 숙주나물과 콩나물의 미생물에 관한 연구는 콩나물 부패 원인균의 동정,[14-16] 콩나물의 변패 미생물을 분리하여 항균혼합용액을 처리했을 때 변패 미생물에 미치는 영향,[17] 콩나물 생장 시 부패를 억제할 수 있는 전처리 방법,[15,18-20] 재배방법[21-27] 등으로 재배 과정을 통하여 부패를 방지하려는 연구를 시도하였으나 숙주나물과 콩나물 자체의 미생물의 증식에 대한 영향을 조사한 연구는 수행되지 않았다. 따라서 본 실험에서는 녹두를 발아시켜 재배한 숙주나물과 대두를 발아시켜 재배한 콩나물이 외형상 비슷한 형상을 가지고 있으나 blanching 후 변질 속도가 크게 차이가 나는 바, 숙주나물과 콩나물의 부패 미생물 증식에 대한 영향을 조사하고자 하였다.

†Author to whom correspondence should be addressed.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용한 콩나물은 2003년 5~6월에 전주 그린 식품(전북 완주군)의 콩나물을 구입하여 사용하였고, 숙주나물은 시장(전북 전주시 평화동)에서 실험 당일 구입하여 사용하였다.

사용균주 및 배지

실험에 사용한 부패성 미생물은 *Bacillus subtilis* KCCM 32835, *Bacillus cereus* KCCM 11204, *Pseudomonas fluorescens* KCCM 11362, *Listeria monocytogenes* ATCC 15313을 대상으로 하였으며, *L. monocytogenes*를 제외한 미생물은 Nutrient broth(Oxoid, Hampshire, England)에 접종하였고, *L. monocytogenes*는 Tryptic soy broth(Difco, Michigan, USA)에서 배양하였다. 4종의 미생물 1백금이를 액체배지 10 mL에 접종하여 30°C에서 24시간 배양시킨 후, 배양액 0.1 mL를 취해 새로운 배지 10 mL에 접종하여 18시간 동안 2차 배양한 후 실험에 사용하였다.

숙주나물과 콩나물의 총균수

숙주나물과 콩나물은 일반적인 조리 조건이 달라 각각의 조건에서 두 시료 모두 blanching 처리를 하였다. 먼저 콩나물의 blanching 조건, 즉 숙주나물과 콩나물 각각 100 g씩을 찬물 1000 mL에 넣고 뚜껑을 덮어 15분간 blanching하였고, blanching 처리하지 않은 것을 대조구로 하였다. 숙주나물의 blanching 조건, 즉 숙주나물과 콩나물 각각 100 g씩을 100°C 물에 넣고 뚜껑을 덮어 10분간 blanching 하였고, blanching 처리하지 않은 것을 대조구로 하였다. Blanching 한 숙주나물과 콩나물의 총균수를 측정하기 위하여 72시간 저장하는 동안 24시간 간격으로 숙주나물과 콩나물 10 g씩을 취하여 멸균한 0.1% peptone수 90 mL에 넣었다. 시료에 부착된 미생물을 현탁시키기 위하여 stomacher(Bagmixer® 400, Interscience, France)를 이용하여 2분 동안 진탕하였다. 시료의 상징액 1 mL를 멸균한 0.1% peptone 수 9 mL에 단계적으로 희석한 다음 Plate count agar를 이용하여 35°C에서 48시간 배양한 후 나타나는 특징적인 colony를 표준 평판계수법에 의하여 colony forming unit(CFU)로 나타내었다.

최소배지에서의 부패균의 증식 비교

숙주나물과 콩나물을 흐르는 물에 세척한 후 85°C 물 1000 mL에 각각 100 g씩 넣고, 5분간 blanching하여 membrane filter(0.22 μm, Millipore Co., USA)로 여과 후 여액 100 mL를 감압농축기(Eyela, Tokyo Rikakikai Co. Ltd., Japan)를 이용하여 10 mL로 농축하였다. 최소배지(Table 1)에 농축한 시료와 *B. subtilis* 등 부패성 미생물 4종을 각각 접종한 후 30°C에서 48시간 배양한 후 총균수를 측정하여 균의 증식을 비교하였다.

Table 1. Composition of minimal broth

Ingredient	mungbean sprout	soybean sprout
Glucose	0.1%	0.1%
Dipotassium phosphate	0.7%	0.7%
Monopotassium phosphate	0.2%	0.2%
Sodium citrate	0.05%	0.05%
Magnesium sulfate	0.01%	0.01%
Ammonium sulfate	0.1%	0.1%
Concentrate	1%	1%
Water	10 mL	10 mL

균의 증식에 대한 숙주나물과 콩나물 여액의 영향

숙주나물과 콩나물을 흐르는 물에 세척한 후 85°C 물 1000 mL에 각각 100 g씩 넣고, 5분간 blanching하여 membrane filter로 여과한 액을 부패성 미생물의 증식용 배지로 사용하였다. 여액에 *B. subtilis* 등 부패성 미생물 4종을 각각 접종한 후 30°C에서 72시간 동안 배양하여 총균수를 측정하여 균의 증식에 대한 영향을 비교하였다.

색도 측정

숙주나물과 콩나물을 흐르는 물에 세척한 후 85°C 물 1000 mL에 각각 100 g씩 넣고, 5분간 blanching하여 25°C 항온기에서 저장하면서 색차계(SP-80, Tokyo Denshoku, Japan)로 L(명도), a(적색도), b(황색도)를 측정하고 변화된 값의 비교치인 ΔE 값을 구하였다.

결과 및 고찰

숙주나물과 콩나물의 총균수

조리과정에서 숙주나물과 콩나물의 blanching 조건은 서로 다르므로 각각의 처리조건에 따라 blanching 한 후 생균수를 비교하였다.

숙주나물과 콩나물을 찬물에 넣고 뚜껑을 덮어 15분간 blanching 처리한 것과 100°C 물에 넣고 뚜껑을 덮어 10분간 blanching 처리한 것, 이 두 처리구에서 숙주나물과 콩나물에 존재하는 총균수를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 숙주나물과 콩나물의 blanching 후 생균수는 저장시간에 따라 증가하나 숙주나물과 콩나물 사이의 큰 차이는 관찰되지 않았다. 콩나물과 숙주나물의 대조구의 초기 균수는 각각 4.5

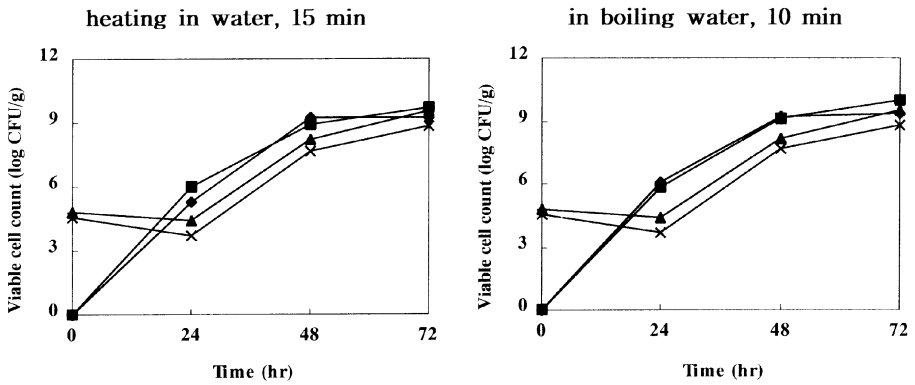

Fig. 1. Changes of viable cell count in mungbean sprout or soybean sprout by blanching for 72 hr at 25°C. -◆-, mungbean sprout (blanched); -■-, soybean sprout (blanched); -▲-, mungbean sprout (no blanching); -×-, soybean sprout (no blanching).

log CFU/g, 4.7 log CFU/g 이었으며, 그 수는 저장시간에 따라 증가하였는데, 콩나물 자체의 총균수가 4.6×10^4 CFU/g라고 보고[20]된 결과와 비슷하였다. 100°C의 물에서 blanching 처리를 하지 않은 숙주나물과 콩나물 자체의 총균수는 초기에는 비슷하나 24시간에 콩나물(3.70 log CFU/g) 보다 숙주나물(4.40 log CFU/g)이 약간 더 증가하는 것으로 나타났고, 숙주나물과 콩나물의 blanching 후 총균수는 저장시간에 따라 증가하나 숙주나물과 콩나물 사이에 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

이 실험 결과 숙주나물과 콩나물의 blanching 처리 조건은 균의 증식에 있어서 큰 차이를 보이지 않으므로 미생물의 증식에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

최소배지에서의 부패균의 증식 비교

숙주나물과 콩나물의 조리과정에 있어서 blanching 조건이 서로 다르다 하여도 미생물 증식에 있어서는 같은 양상을 보여 85°C에서 5분간 blanching 처리한 숙주나물과 콩나물에 균을 직접 접종하여 균의 증식을 비교함으로서 숙주나물과 콩나물에 각각 함유되어 있는 영양분들이 균에 미치는 영향을 비교 하고자 하였다.

숙주나물과 콩나물을 blanching 한 후 여과하여 농축한 액을 최소배지에 첨가해 부패균의 증식에 미치는 영향을 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다.

B. subtilis, *B. cereus*, *P. fluorescens*의 경우 0시간에 콩나물보다 숙주나물 농축물 처리구에서 많이 증식 하였으나, 24시간 이후 시간이 경과할수록 미생물 수는 각각 6.7~8.0 log CFU/g 정도로 일정하였고, 처리구간에 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. *L. monocytogenes*의 경우에는 0시간의 생균수는 숙주나물과 콩나물 사이에 뚜렷한 차이는 없었으며, 24시간 이후 시간이 경과할수록 미생물 수는 7.7~8.4 log CFU/g 정도로 일정한 것으로 나타났다.

이 결과 숙주나물에 접종한 모든 균들이 초기 균수가 많고 24시간 이후부터 비슷한 결과를 나타내는 것은 콩나물이나 숙주나물의 영양분에 의한 영향이라기보다는 접종된 미생물의 초기 균수의 차이에 기인한 것으로 판단된다.

여액에서의 미생물의 증식 비교

숙주나물과 콩나물을 85°C에서 5분간 blanching하여 여과한 액을 배지로 사용하여 부패균을 접종하고 균의 증식 양상을 비교한 결과는 Fig. 3과 같다.

*B. subtilis*의 경우 0시간에는 모든 처리구가 동일하였으나, 24시간에 대조구(7.69 log CFU/g)가 숙주나물(6.94 log CFU/g)과 콩나물(5.92 log CFU/g) 처리구보다 많이 증식하였고, 48시간 이후에는 비슷해지는 것으로 나타났다. 그러나 *L. monocytogenes*의 경우 0시간에는 모든 처리구가 비슷하였으나, 24시간부터 대조구(8.19 log CFU/g)가 숙주나물(7.02 log CFU/g)과 콩나물(6.40 log CFU/g) 처리구보다 많이 증식하였고, 48시간 이후에는 숙주나물 처리구가 콩나물 처리구에 비해 낮은 증식을 보였다. 최소배지에서의 미생물의 증식을 비교한 것과는 달리 증식 양상이 균주마다 다른 것으로 나타났다.

숙주나물과 콩나물 여액을 배지로 사용하였을 경우 최소배지에서 생균수를 측정한 결과와 비교한 결과 미생물이 숙주나물과 콩나물 여과액에서도 높은 증식률을 나타내는 것은 미생물의 성장에 필요한 영양분을 함유하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

색도 측정

숙주나물과 콩나물을 85°C에서 5분간 blanching하여 25°C 항온기에서 저장하면서 24시간 간격으로 색도를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

L값은 숙주나물과 콩나물 모두 저장시간이 경과할수록 값

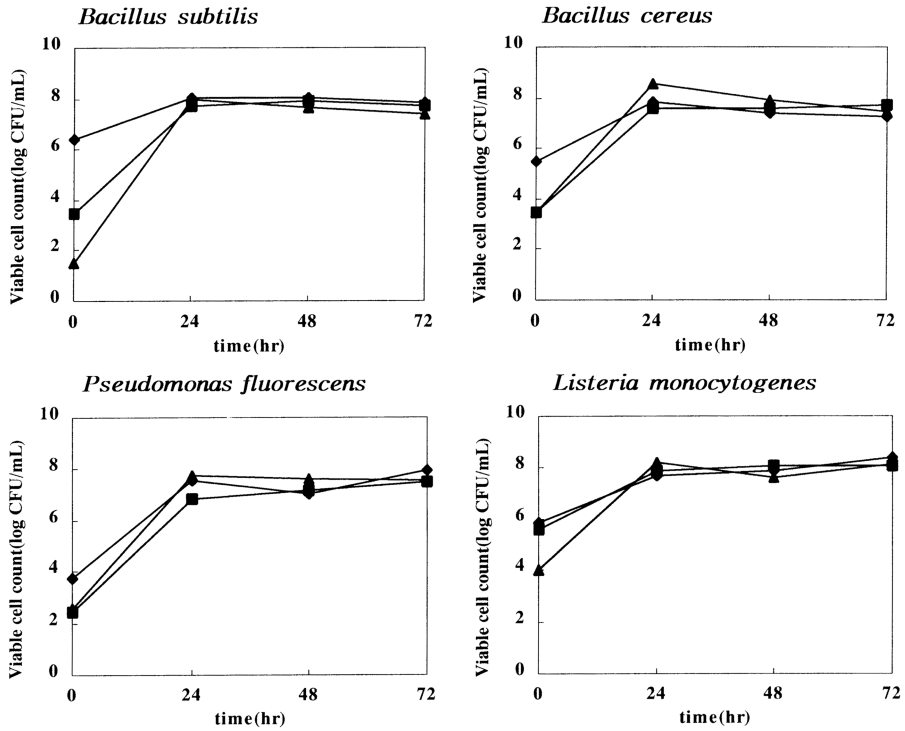

Fig. 2. Changes of viable cell count in minimal medium treated with mungbean sprout or soybean sprout concentrate (1%). -◆-, mungbean sprout; -■-, soybean sprout; -▲-, control

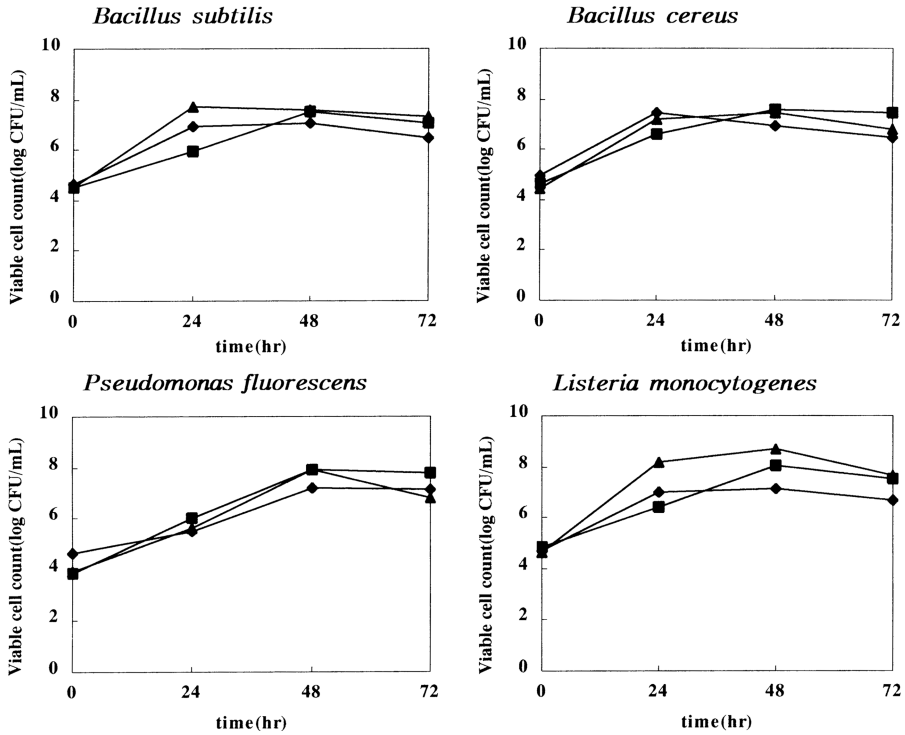

Fig. 3. Change of viable cell count in mungbean sprout or soybean sprout filtrate. -◆-, mungbean sprout; -■-, soybean sprout; -▲-, control.

Table 2. Changes of color of blanched mungbean sprout or soybean sprout 72 hr at 25°C

Storage time	L		a		b		ΔE	
	M[1)]	S[2)]	M	S	M	S	M	S
0 hr	39.06	57.94	-1.62	-2.90	10.93	19.57	54.17	37.27
24 hr	37.76	47.70	0.37	0.44	9.24	9.88	54.52	53.83
48 hr	34.46	47.56	3.20	1.08	13.42	17.78	58.45	46.65
72 hr	32.94	47.60	4.02	1.30	13.95	17.66	60.08	46.58

[1)] mungbean sprout
[2)] soybean sprout

이 낮아지므로 갈변됨을 알 수 있었고, 저장기간 동안 숙주나물(32.94~39.06)보다 콩나물(47.56~57.94)이 높은 수치를 나타내었다. 이것으로 보아 콩나물보다 숙주나물이 갈변이 더 많이 진행됨을 알 수 있었다. a값은 두 시료 모두 시간이 경과할수록 높아지는 것으로 나타났고, 숙주나물의 경우 시간이 경과할수록 콩나물보다 붉은 색을 더 띄는 것을 알 수 있었다. b값의 경우 두 시료 모두 0시간보다 24시간에 낮아지다 다시 48시간부터 상승하는 것으로 나타났으며 전반적으로 숙주나물(9.24~13.95)이 콩나물(9.88~19.57)보다 낮게 나타났다. ΔE 값의 경우 0~0.5이면 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이, 12이상이면 다른 계통의 색으로 결정한다.[28)] 숙주나물의 경우 24시간에는 초기와 색차가 거의 없다가 48시간 이후 현저한 차이를 보였다. 콩나물의 경우 24시간에는 0시간과는 다른 계통의 색으로 변하다가 48시간(ΔE = 4.28) 이후 현저하게 많은 차이를 보였다. 숙주나물은 콩나물에 비해 저장시간이 경과하면서 색도가 변하지만 콩나물은 초기에 색도가 변하고 시간이 경과함에 따라 색차가 거의 없는 것으로 나타나 숙주나물과 콩나물은 색도에 있어서 서로 다른 양상을 보이는 것으로 판단되었다.

국문요약

숙주나물과 콩나물은 blanching 후 변질 속도가 크게 차이가 나는 바 이들이 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria monocytogenes* 등 4종의 부패성 및 식중독 미생물의 증식에 미치는 영향을 조사하였다. 숙주나물과 콩나물의 조리과정 중 blanching 조건이 달라 각각의 조건에서 두 시료 모두 blanching하여 생균수를 측정한 결과 blanching 한 후 미생물수는 저장시간에 따라 증가하나 그 차이가 없었다. 최소배지에 숙주나물과 콩나물 농축물 및 부패성 미생물을 접종한 후 생균수를 측정한 결과 숙주나물에 접종한 모든 균들의 초기 균수가 높았으나 24시간 이후 비슷한 증식양상을 나타내었다. 그러나 숙주나물과 콩나물의 여액을 배지로 사용하여 실험한 결과 미생물의 증식 양상은 균주마다 다른 것으로 나타났다. 저장기간 동안 색도를 측정한 결과 숙주나물의 경우 24시간에는 색차가 거의 없다가 48시간 이후 현저한 차이를 보였고, 콩나물의 경우 24시간에 다른 계통의 색으로 변하다가 48시간 이후 현저하게 많은 차이를 보여 다른 양상을 나타내었다.

참고문헌

1. Lee, S.W.: Goryeo ago Korean dietary food life history research. Hyangmunsa, Seoul, pp. 113-114 (1978).
2. Park, W.K.: Encyclopedia of foods and food science. Shinkwang Publishing Corporation, Seoul, pp. 403-404 (1991).
3. Kim, S.D., Kim, S.H. and Hong, E.H.: Composition of soybean sprout and its nutritional value. *J. Korean Soybean Res.*, **10**, 1-9 (1993).
4. Hofsten, B.: Legume sprout as a protein and other nutrients. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 382-392 (1979).
5. Chen, L.H., Well, C.E. and Fordham, J.R.: Carbohydrate analysis. A practical approach, IRL press Ltd, Oxford, pp. 23 (1975).
6. Lee, G.Y., Kim, E.M. and Woo, S.J.: Changes in the contents

and composition of dietary fiber during the growth of soybean sprout. *J. Korea Soc. Food Nutr.*, **29**, 1142-1149 (1996).
7. Lee, S.M.: Antimutagenic effects of dietary fiber. MS Thesis. Pusan National University, Korea, pp. 20-21 (1992).
8. Yang, C.B.: Changes of nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout-Part ?. Changes of amino acid composition. *J. Korean Agr. Chem. Soc.*, **24**, 94-100 (1981).
9. Yang, C.B.: Changes of nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout-Part ?. Change of free amino acid composition. *J. Korean Agr. Chem. Soc.*, **24**, 101-104 (1981).
10. Yang, C.B., Kim, Z.U.: Changes of nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout. *J. Korean Agr. Chem. Soc.*, **23**, 7-13 (1980).
11. Kim, C.B.: Studies on change of carbohydrate content according to dark and light treatment of soybean. Kangwon University, **9**, 265-269 (1975).
12. Song, J.C.: Food materials. Gyomunsa, Seoul, pp. 248-249 (1992).
13. Lee, S.W.: The study on rise and fall of vitamin C of green bean sprouts of nutritional growth on Korean cooking. *Int. J. Human Ecol.*, 357-367 (1962).
14. Park, W.M., Myung, I.S. and Lee, Y.S.: Biological control against rot of soybean sprouts. *Korea Soy. Dig.*, **3**, 4-9 (1986).
15. Park, E.H. and Choi, Y.S. Selection of useful chemicals reducing soybean sprouts rot. *Korea J. Crop Sci.*, **40**, 487-493 (1995).
16. Oh, B.J. and Park, W.M.: Histopathological observation and identification of *Fusarium* spp. causing soybean sprout rot. *Korean J. Plant Pathol.*, **12**, 471-475 (1996).
17. Park, W.P., Cho, S.H., and Lee, D.S.: Effect of Grapefruit Seed Extract and ascorbic acid on spoilage microorganisms and keeping quality of soybean sprouts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 1086-1093 (1998).
18. Lee, Y.S., Park, R.D. and Rhee, C.O.: Effect of chitosan treatment on growing characteristics of soybean sprouts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 153-157 (1999).
19. Lee, Y.S. and Rhee, C.O.: Changes of free sugars, lipoxygenase activity and effects of chitosan treatment during cultivation of soybean sprouts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 115-121 (1999).
20. Choi, H.D., Kim, S.S., Kim, K.T., Lee, J.Y. and Park, W.M.: Effect of presoaking treatments on growth and rot of soybean sprouts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 584-589 (2000).
21. Kim, J.M., Choi, Y.B. and Yang, D.K.: Development of soybean sprouter using principle of siphoning. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 460-463 (1997).
22. Shin, D.H. and Choi, W.: Comparison of growth characteristics of soybean sprouts cultivated by three methods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 240-245 (1996).
23. Park, W.M. and Lim, J.H.: Effects of watering on yield of soybean sprout. *Korea Soy. Dig.*, **15**, 45-57 (1998).
24. Choi, Y.S., Park, E.H: Effect of food additives application on the decay reduction and growth of soybean sprouts. *J. Korean Soy. Res.*, 1-9 (1996).
25. Kim, S.D., Kim, I.D., Kim, M.K., Lee, S.K. and Min, K.S.: Effect of Ozonic water on the growth and putrefaction of soybean sprouts. *J. Food Sci. Technol*, **9**, 181-186 (1997).
26. Kim, J.H., Joo, G.J. and Choi, Y.H.: Isolation and utilization of antagonistic *Pseudomonas fluorescens* from soils for the protection of soybean sprouts rot. *Korean J. Environ. Agric.*, **20**, 50-56 (2001).
27. Sohn, C.B., Noh, K.H., Ra, M.J., Lee, J. and Choi, H.J.: Antibacterial efficacy of plants for food of various kinds for the reduction of decay of a bean sprout. *Chungnam Human Ecol. Res.*, **13**, 40-50 (2001).
28. Kang, K.H., Noh, B.S., Suh, J.H. and Hur, W.D.: Food analysis. Sungkyunkwan University Publishing department, Seoul, pp. 387-394 (1998).